

22^e Conférence du COLUMA
Journées Internationales sur la Lutte contre les Mauvaises Herbes
10, 11 et 12 décembre 2013 – Centre de Congrès de Dijon

22nd COLUMA Conference
International Meeting on Weed Control
December, 10, 11 and 12, 2013 – Dijon Convention Center (France)

La 22^e Conférence du COLUMA de l'AFPP a été organisée avec le concours de :



Et avec le soutien du fonds Pascal du ministère de la Culture et de la Communication – Ce fonds de soutien à l'interprétation doit permettre aux chercheurs de communiquer en langue française le résultat de leurs travaux :



AFPP – 22^e CONFÉRENCE DU COLUMA
JOURNÉES INTERNATIONALES SUR LA LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES
DIJON – 10, 11 ET 12 DÉCEMBRE 2013

OPTIMISER L'UTILISATION DES HERBICIDES CANNE A SUCRE A LA REUNION

J. MARTIN ⁽¹⁾, J.-J. ESTHER ⁽²⁾

⁽¹⁾ CIRAD, UR SCA Saint-Denis, La Réunion, jose.martin@cirad.fr

⁽²⁾ eRcane, Etang-salé, La Réunion, esther@ercane.re

RÉSUMÉ

La gamme des herbicides canne à sucre, drastiquement réduite en 2003, compte à présent une dizaine de produits de référence et pourrait en compter une douzaine à court terme. Optimiser leur utilisation est un moyen efficace de réduire l'IFT herbicides canne à sucre à La Réunion. Cette optimisation passe par une connaissance approfondie des substances actives et par de multiples possibilités d'utilisation de produits en mélange avec réduction des doses ainsi que par le dédoublement des traitements de post-levée avec fractionnement des doses. Les besoins en matière d'acquisition de références de valeur pratique s'en trouvent démultipliés, ce qui représente un vrai défi pour le réseau d'essais herbicides canne à sucre réunionnais. Les acteurs de la filière canne à sucre de La Réunion, qui ont déjà fait preuve d'un beau dynamisme, sauront continuer à optimiser l'utilisation de la gamme actuelle toujours sujette à évolution, d'autant qu'ils sont confortés en cela par leurs confrères de la Guadeloupe et de la Martinique, et réciproquement.

Mots-clés : canne à sucre - herbicides - optimisation - expérimentation - La Réunion.

ABSTRACT

In France, the panel of herbicides labeled for sugarcane weeding was dramatically reduced in 2003, but nowadays it includes ten products, and probably around twelve shortly. Optimizing the use of the herbicides can be a powerful means to reduce the treatment frequency index (IFT in French) in the Reunion Island. An in-depth knowledge of active substances properties is needed, as well as of the multiple possibilities of tank-mixing the products while reducing their rates of use for pre-emergence treatments, or of splitting the treatments for the post-emergence applications, particularly against perennial vines. The quantity of options to be tested is then dramatically increased, bringing nowadays a true challenge for the Reunion network of field trials set up in 2005 in order to provide a wider range of references on the panel of labeled herbicides, continuously in evolution.

Keywords: sugarcane - herbicides - optimization - experimentation - Reunion Island.

INTRODUCTION

La Réunion est la principale île à sucre française. L'utilisation des herbicides en culture de canne à sucre y est ancienne et remonte aux années 1950, avec déjà l'utilisation en post-levée du 2,4-D, peut-être le doyen des herbicides insulaires, puis des produits compagnons tels que le chlorate de soude et le TCA (Boyer de la Giroday, 1977). Dans l'Océan Indien, ce mélange ternaire fut popularisé sous l'appellation 'cocktail mauricien' par les planteurs réunionnais et 'mixture réunionnaise' par les planteurs mauritiens (Alain Cornu et Bernard de Ranchin, com. pers.). Les produits de pré-levée à base de diuron et d'atrazine notamment, firent leur apparition dans la décennie suivante dans les grands domaines appartenant aux sociétés sucrières et aux gros exploitants.

L'utilisation des herbicides se généralisa progressivement dans les années 1970, simultanément à la mécanisation de certaines opérations de récolte consécutive à l'extrême pénibilité de certaines tâches (le chargement des cannes ou l'arrachage des grandes graminées) et à la raréfaction de la main d'œuvre. Le Centre d'études, de recherche et de formation du Syndicat des fabricants de sucre réunionnais (CERF) ouvrit alors « une section chargée spécialement de tester les nouveaux produits et d'étudier les formules de traitement les plus efficaces et les plus économiques en fonction de la flore propre à chaque région géographique de l'île. » (Boyer de la Giroday, 1977). Cela se concrétisa par l'édition en 1977 du manuel « Les principales adventices de la canne à La Réunion », regroupant une soixantaine de fiches d'adventices et 14 prescriptions de produits. C'est sur cet acquis précieux qu'a vécu la filière canne à sucre réunionnaise jusqu'à la fin des années 1990, avec deux rééditions quasi identiques en 1986 et 1990, incluses dans le fichier Canne Progrès La Réunion (ARMES, 1986), avec 16 prescriptions de produits dans l'édition de 1986 (avec deux retraits et quatre ajouts par rapport à l'édition de 1977).

Au seuil du nouveau siècle se préparait en Europe et en France une vague de restrictions et de retraits d'herbicides qui ne manquerait pas d'atteindre La Réunion. Les autorités réunionnaises sollicitèrent l'expertise en malherbologie tropicale du Cirad qui entreprit d'une part d'appuyer le service expérimentation de la Chambre d'agriculture de La Réunion, puis de prendre directement à son compte l'expérimentation herbicide canne à sucre en coopération avec l'ex SPV (Service de la protection des végétaux)(Dijoux *et al.*, 2004 ; Marnotte *et al.*, 2010), et d'autre part de renforcer l'étude de la flore adventice de la sole cannière réunionnaise (Le Bourgeois *et al.*, 2004 ; Lebreton *et al.*, 2009 ; Marnotte *et al.*, 2009). En 2012, eRcane (ex CERF) récupère du Cirad l'activité expérimentation herbicides et engage en 2013 (démarche en cours) une demande d'agrément BPE (Bonnes Pratiques d'Expérimentation) pour les essais herbicides canne à sucre.

L'agrément BPE est nécessaire à la reconnaissance officielle des essais qui alimenteront les dossiers d'homologation instruits par les firmes porteuses, en bonne intelligence avec les filières cannières et les unités d'expérimentation des centres techniques des trois départements français d'outre mer (DOM) producteurs de canne à sucre (Grossard et Jean-Baptiste, 2012), qui œuvrent de concert à travers le réseau ReCasDom (Grossard *et al.*, 2012). Mais les essais d'homologation *sensu stricto* ne sont pas suffisants pour établir des recommandations pratiques à l'attention des planteurs. C'est pourquoi, en sus des essais d'homologation officiels réalisés sous le couvert de l'ex SPV, le Cirad Réunion a impulsé en 2005 la création par les partenaires de la filière sucrière réunionnaise d'un réseau d'essais de valeur pratique. L'objectif de ce réseau est d'acquérir des références sur les nouveaux herbicides placés en situation réelle : herbicides souvent testés en mélange binaire pour élargir le spectre du traitement de pré-levée ou de post-levée, avec réduction de la dose d'un des produits entrant dans le mélange, et confrontés à une gamme de situations pédo-climatiques, saisonnières et floristiques variées (Marnotte *et al.*, 2010).

En France, le plan Ecophyto largement relayé par les médias, promeut une moindre et meilleure utilisation des pesticides en général, et des herbicides canne à sucre en particulier (Martin *et al.*, 2013 a). En sus de la voie du développement de méthodes alternatives (Grossard *et al.*, 2012), l'optimisation de l'utilisation des herbicides restera une voie importante dans l'amélioration des

performances agronomiques et technico-économiques, sanitaires et environnementales des trois filières canne à sucre françaises (Côte *et al.*, 2011). La gamme des herbicides canne à sucre, drastiquement réduite en 2003 (Dijoux *et al.*, 2004 ; Marnotte *et al.*, 2010), compte à présent une dizaine de produits de référence, et pourrait en compter plus d'une douzaine à court terme (Martin *et al.*, 2013 b). Dans ce contexte, les besoins en matière d'acquisition de référence sont démultipliés, ce qui représente un vrai défi pour les unités expérimentales des centres techniques en matière d'acquisition de références de valeur pratique.

LES HERBICIDES CANNE A SUCRE S'UTILISENT RAREMENT SEULS

Le tableau I présente les produits sélectifs de la canne à sucre actuellement autorisés ou en cours d'homologation pour le désherbage de la canne à sucre (situation fin mai 2013). Y sont également présentés deux désherbants totaux non testés dans les essais réseau. Il s'agit du glyphosate (nombreuses spécialités) et du glufosinate (un seul produit de référence), qui sont utilisés par exemple lors des préparations du terrain avant plantation pour dévitaliser les vieilles souches de canne ou dans le cadre de faux-semis. Bien que non sélectifs, ils sont également utilisés lorsque la canne est déjà haute, en traitements dirigés pour éviter de toucher les parties vertes de la culture, avec ou sans protection, notamment avec des appareils à dos en ciblant les grandes graminées vivaces, préalablement foulées au pied et plaquées au sol pour augmenter leur exposition au traitement sans toucher la canne. Cet usage pourrait augmenter à partir de 2013 suite au retrait de l'asulame, seule molécule permettant jusqu'à un certain point un 'rattrapage' des graminées en post-levée, malgré la commercialisation encore provisoire (AMMP) de l'association nicosulfuron + mésotrione (Elumis) en traitement dirigé (tableau I).

LE TRAITEMENT DE PRE-LEVEE, STRATEGIQUE CONTRE LES GRAMINEES

Pour maîtriser les graminées en culture de canne à sucre (elle-même une graminée), les planteurs n'ont guère de choix : il leur faut adopter une stratégie résolument préventive en utilisant des herbicides de pré-levée, notamment en plantation. C'est une des conditions nécessaires d'abord à un bon établissement de la culture en canne vierge, puis ultérieurement à son bon développement lors des repousses successives. L'utilisation d'herbicides de pré-levée sur repousses plus ou moins paillées reste néanmoins pertinente dans de nombreuses situations (Marnotte *et al.*, 2010 ; Chabaliér *et al.*, 2012).

Les cinq herbicides de pré-levée actuellement disponibles, soit quatre produits simples et un produit binaire (tableau I), correspondent à cinq molécules appartenant à cinq familles chimiques mobilisant quatre modes d'action ou groupes HRAC (tableau II). Leurs spectres d'efficacité, moins vastes que ceux des herbicides historiques, sont relativement larges (activité anti-graminées et anti-dicotylédones) mais non superposables. Quand on mélange deux produits, des effets antagonistes peuvent survenir (cela était suspecté entre l'asulame et le 2,4-D) mais le plus souvent ce sont des effets de complémentarité et de synergie qui entrent en jeu, permettant de réduire les doses des produits (Marnotte *et al.*, 2010).

Les mélanges binaires préconisés à La Réunion, impliquant parfois jusqu'à trois molécules, sont efficaces sur les 'petites' graminées et sur de nombreuses dicotylédones, et inefficaces sur plusieurs lianes (ARTAS, 2011a). Leur efficacité est variable sur les 'grandes' graminées tropicales, qui comprennent l'annuelle *Rottboellia cochinchinensis* (c'est l'herbe à riz des Antilles, véritable fléau des cultures de canne à sucre en vertisols humides) et de nombreuses vivaces telles *Panicum maximum* et *Sorghum verticilliflorum*. Ainsi, nous recommandons que le mélange contienne de l'isoxaflutole ou de la pendiméthaline lorsque des graminées vivaces telles la fataque *P. maximum* sont redoutées, et nécessairement de la pendiméthaline chaque fois que la fataque duvet *R. cochinchinensis* est visée (ARTAS, 2011a). Cette recommandation peut surprendre en climat tempéré où ces deux molécules sont connues pour leur effet anti-dicotylédones (ARVALIS, 2010), alors qu'en climat tropical, en sus

de leur action anti-dicotylédones, ces deux molécules sont appréciées pour leur efficacité contre les grandes graminées estivales et/ou vivaces (BSES, 2010 ; Azania, 2010). Le S-métolachlore, molécule typiquement graminicide reste indiqué contre les ‘petites’ graminées annuelles, de taille cependant respectable vis-à-vis des graminées tempérées. Cette particularité confirme, si besoin était, que les résultats d’efficacité obtenus avec les herbicides maïs en climat tempéré ne sont pas suffisants pour être transférés aux conditions de culture de la canne à sucre en climat tropical : l’acquisition de références spécifiques est nécessaire.

Tableau I : Les produits de référence utilisés en désherbage de la canne à sucre (mai 2013).
The labeled sugarcane herbicides (at May 2013).

	produit de référence et firme porteuse	substance active et concentration	date référence e-phy	dose homologuée	prescription
Les produits de référence homologués pour l'usage désherbage de la canne à sucre					
1	Mercantor Gold (Syngenta)	S-métolachlore 960 g/l	2004	2 l/ha	pré-levée
2	Camix (Syngenta)	S-métolachlore + mésotrione 400 + 40 g/l	2006	3,75 l/ha	pré-levée post-levée précoce
3	Merlin (Bayer)	isoxaflutole 750 g/kg	2008	0,133 kg/ha	pré-levée
4	Sencoral ultradispersible (Bayer)	métribuzine 700 g/kg	2009	1,25 kg/ha	pré-levée *
5	Prowl 400 (BASF)	pendiméthaline 400 g/l	2010	3 l/ha	pré-levée *
6	Callisto (Syngenta)	mésotrione 100 g/l	2005	1,5 l/ha	post-levée anti-dicotylédones
7	Chardol 600 / Dicopur 600 (Nufarm)	2,4-D (sel d'amine) 600g/l	2011	2 l/ha	post-levée anti-dicotylédones
8	Starane 200 (Dow)	fluroxypyr 200 g/l	2011	1 l/ha	post-levée anti-dicotylédones
9	Banvel 4S (Syngenta)	dicamba 480 g/l	2012	0.6 l/ha	post-levée anti-dicotylédones
10	Casper (Syngenta)	prosulfuron + dicamba 50 + 500 g/kg	2013	0,3 kg/ha	post-levée anti-dicotylédones
Les dossiers d'homologation en cours d'instruction pour le désherbage de la canne à sucre					
(11)	Elumis (Syngenta)	mésotrione + nicosulfuron 75 + 30 g/l	AMMP 2013 AMM fin 2013 ?	(1,5 l/ha)	post-levée anti-graminées **
(12)	Praixone M (Syngenta)	2,4-MCPA + dicamba 340 + 30 g/l	2013-2014 ?	(6 l/ha)	post-levée anti-dicotylédones
(13)	Adengo (Bayer)	thiencarbazone + isoxaflutole 20 + 50 g/l	2013-2015 ?	(2 l/ha)	pré-levée post-levée précoce
Autres produits utilisés en traitements généraux avant plantation ou dirigés sous les cannes					
	Roundup	glyphosate 360 g/l	2007	7 l/ha	
	Basta F1	glufosinate-ammonium 150 g/l	2007	5 l/ha	
(*) seulement 'au stade de la plantation' ou 'après la plantation', ce qui exclut leur utilisation en repousses					
(**) en jet dirigé pour limiter les risques de phytotoxicité du nicosulfuron sur canne à sucre					

Cependant, l’utilisation des produits à base de pendiméthaline (et de métribuzine) sur repousses a été *de jure* considérée comme non réglementaire jusqu’au 3 juillet 2013. Il s’agissait vraisemblablement d’une restriction d’origine non intentionnelle (Martin *et al.*, 2013 b) qui n’a été découverte *de facto* à La Réunion qu’à partir de 2011, à l’occasion de l’intensification des échanges d’information entre les Antilles et La Réunion (Grossard *et al.*, 2012). Ajoutée au retrait de l’asulame en post-levée, si la restriction d’utilisation de la pendiméthaline sur repousses était devenue comme aux Antilles effective à La Réunion, elle aurait pu mener les planteurs confrontés à des infestations de *R. cochinchinensis* à des situations délicates, l’Elumis (nicosulfuron + mésotrione) à appliquer en post-levée en dirigé entre les lignes de canne n’ayant pas vocation à assurer seul la neutralisation

d'une forte infestation de cette vigoureuse graminée (J.-C. Desforbes, com. pers.). Ne resteraient alors comme ultimes solutions de rattrapage que le fauchage (très efficace dans l'absolu sur cette grande annuelle 'montée sur échasses' (racines coronaires) mais relativement difficile à réaliser à la débroussailluse entre les rangs de canne) ou le recours aux désherbants totaux plaqués au sol comme évoqué *supra*.

La plupart des herbicides de pré-levée agissent à travers le sol et sont absorbés dès la germination - action anti-germinative de contact - ou par les racines des plantules pour agir dans le feuillage - herbicides racinaires à action systémique – (tableau II). L'humidité du sol en surface est donc une condition primordiale à leur diffusion dans les premiers centimètres de sol et à leur efficacité, excepté pour l'isoxaflutole, qui est un proherbicide qui supporte le soleil et la sécheresse. Stable en conditions sèches, l'isoxaflutole se transforme au retour des conditions humides par photolyse aqueuse aérobie et libère son principe actif, le dicétonitrile (DKN), beaucoup plus mobile dans les sols (Christoffoletti *et al.*, 2004). Il fait partie d'un groupe restreint d'herbicides populairement connus au Brésil sous l'appellation 'herbicides de la sécheresse' (l'hexazinone autorisé sur canne à sucre jusqu'en 2008 en fait partie). En pratique, en culture irriguée et en l'absence de pluies, un arrosage par aspersion doit accompagner (précéder et/ou suivre) toute application en plein d'herbicide de pré-levée autre que l'isoxaflutole. En irrigation par goutte à goutte, un traitement en plein ne se justifie pas si les conditions sont sèches, un traitement dirigé sur les rangs de canne suffirait. Cependant, en conditions sèches et en culture non irriguée, par exemple sur paillis après la coupe, l'isoxaflutole offre une solution intéressante pour éviter d'avoir à intervenir en relative urgence au retour des pluies, notamment si plusieurs parcelles sont à traiter (étalement des travaux).

QUELLES SOLUTIONS DE RATTRAPAGE CONTRE LES GRAMINEES ?

Le seul produit homologué en pré-levée autorisé en post-levée précoce est l'association S-métolachlore + mésotrione, dont l'efficacité vis-à-vis des graminées est faible sauf sur les très jeunes pousses avant le stade 2-3 feuilles. La métribuzine, qui fut utilisée aussi bien en pré-levée qu'en post-levée de la canne à sucre et des herbes pendant plusieurs décennies à La Réunion avec notamment une efficacité appréciée en post-levée précoce sur jeunes graminées (Martin *et al.*, 2013 b), n'était formellement autorisée qu'en pré-levée '*après la plantation*'. Cette entrave réglementaire, levée le 3 juillet 2013, permet désormais d'utiliser la métribuzine pour l'entretien des repousses en post-levée précoce (jusqu'au stade émission des premières feuilles de canne, avant tallage).

En réponse au vide créé par le retrait de l'asulox face notamment à la très forte contrainte *R. cochinchinensis* aux Antilles, l'association nicosulfuron + mésotrione (Elumis), testée en essais officiels en Guadeloupe et Martinique, est déjà sur le marché à titre provisoire. A La Réunion, ce produit vient d'intégrer les premiers essais efficacité de valeur pratique avec un mode d'application novateur, puisqu'il est le premier produit homologué canne à sélectivité limitée (en raison des risques de phytotoxicité du nicosulfuron) à être appliqué en jet dirigé entre les rangs de jeune canne. Quant au dernier produit du tableau I, également à vocation graminicide en post-levée précoce, son expérimentation à La Réunion n'a pas encore débuté, son dossier n'étant pas assez avancé. Ces deux produits de post-levée seraient positionnés en relai de l'action graminicide d'un traitement de pré-levée, sauf en situation de faible pression de graminées, où ils pourraient intervenir seuls en veillant à traiter au bon moment (avant le début montaison des graminées).

Les graminées ayant échappé au traitement de prélevée et/ou au traitement de post-levée précoce doivent être traquées et éliminées, sous peine notamment de laisser s'installer les vivaces capables de former d'imposantes souches très concurrentielles. Leur élimination se fait soit à l'aide des herbicides totaux évoqués *supra*, soit traditionnellement à 'la gratte' (la houe), méthode sans doute la plus fréquente. L'arrachage des souches encore de petite taille, aisé par temps humide devient harassant pour celles de grande taille et par temps plus sec. Cette pénibilité est attestée par exemple

par le nom créole de *Sporobolus africanus*, rudérale parfois présente en bordure des champs de canne : Marie éreintée, Marie reintée, Maridur (mari dur).

Tableau II : Classification des substances actives impliquées dans les herbicides canne à sucre (mai 2013).

Classification of the active substances involved in the sugarcane herbicides, May 2013.

	substance active	sous-famille chimique	voie de pénétration	migration	groupe HRAC	enzyme inhibée / cible ou site d'action	symptômes typiques	toxicité (*) /S /E	
dans les produits de référence homologués pour l'usage désherbage de la canne à sucre									
1	pendiméthaline	toluidines (= dinitroanilines)	RACINAIRE >>> foliaire	action de contact	K1	division cellulaire et élongation racinaire	antigerminatif (**)	Xn	N
2	S-métolachlore	chloroacétamides	RACINAIRE >>> foliaire	faiblement systémique	K3	synthèse des acides gras	antigerminatif (**)	Xn	N
3	métribuzine	triazinones	racinaire > foliaire	systémique	C1	protéine D1 / photosystème II	chloroses	Xn	N
4	isoxaflutole (dicétonitrile)	isoxazoles	racinaire	systémique	F2	4-HPPD / synthèse des caroténoïdes chloroplastiques	albinisme	Xn	N
5	mésotrione	tricétones	foliaire > racinaire	systémique	F2	4-HPPD / synthèse des caroténoïdes chloroplastiques	albinisme	Xn	N
6	2,4-D (sel d'amine)	auxiniques / acides phénoxy-acétiques	FOLIAIRE >> racinaire	systémique	O	croissance désordonnée / méristèmes exposés	déformations et épaisissements	Xi	N
7	fluroxypyr	auxiniques / acides picoliniques	FOLIAIRE >> racinaire	systémique	O	croissance désordonnée / méristèmes exposés	déformations et épaisissements	Xn	N
8	dicamba	auxiniques / acides benzoïques	FOLIAIRE >> racinaire	systémique	O	croissance désordonnée / méristèmes exposés	déformations et épaisissements	Xi	-
9	prosulfuron	sulfonylurées	FOLIAIRE > racinaire	systémique	B	ALS / synthèse des acides aminés ramifiés	lentes décolorations	-	N
dans les dossiers d'homologation en cours d'instruction pour le désherbage de la CAS									
10	nicosulfuron	sulfonylurées	FOLIAIRE > racinaire	systémique	B	ALS / synthèse des acides aminés ramifiés	lentes décolorations	Xi	N
11	thiencarbazone	sulfonylaminocarbo nyl-triazolinones	FOLIAIRE > racinaire	systémique	B	ALS / synthèse des acides aminés ramifiés		-	N
12	2,4-MCPA	auxiniques / acides phénoxy-acétiques	FOLIAIRE >> racinaire	systémique	O	croissance désordonnée / méristèmes exposés	déformations et épaisissements	Xi	-
dans les produits utilisés en traitements généraux avant plantation ou dirigés sous les cannes									
	glyphosate	glycines	foliaire	systémique	G	inhibe la synthèse des acides aminés aromatiques		Xn	N
	glufosinate-ammonium	acide phosphinique	foliaire	faible, action de contact	H	inhibe la synthèse de la glutamine		T	-

UN NOUVEL ARSENAL ANTI-DICOTYLEDONES EN POST-LEVÉE : APPRENDRE A L'OPTIMISER

Le nombre de produits anti-dicotylédones de post-levée, longtemps limité à deux est passé à cinq en l'intervalle de 3 ans (2011 à 2013), et devrait prochainement passer à six (tableau I). Cette ampliation est fort bien venue, car malgré la disponibilité de la mésotrione depuis 2004, la maîtrise des dicotylédones en post-levée, et notamment des lianes, repose encore pour l'essentiel sur le 2,4-D (Martin *et al.*, 2013 a). L'apparente sur-utilisation de ce produit bon marché en termes d'indice de fréquence de traitement (IFT) traduit sans doute l'importance croissante de la contrainte lianes (Lebreton *et al.*, 2009 ; Marnotte *et al.*, 2010 ; Martin *et al.*, 2012), qui amène les planteurs à augmenter la dose en cas de traitement tardif, ou à doubler les traitements. Mais la sur-utilisation de 2,4-D provient sans doute aussi de mauvaises pratiques par rapport aux normes actuelles, héritées d'un long historique d'utilisation à forte dose, en mélange ou seul.

L'analyse relative des parts du 2,4-D et des autres herbicides classés par type de traitement (pré-levée ou post-levée) sur la base des IFT moyens estimés pour la période 2009-2011 est présentée dans Martin *et al.* (2013 a). Elle révèle d'une part une grande incertitude quant aux modalités d'utilisation réelle du 2,4-D, qui mériterait d'être précisée par voie d'enquête sur les pratiques, et confirme d'autre part la nécessité d'en optimiser l'utilisation.

Par ailleurs, toutes les lianes et autres dicotylédones ne sont pas égales en termes de sensibilité au 2,4-D. Certaines plantes non sensibles peuvent devenir problématiques dans certaines situations (par exemple *Croton bonplandianus*, *Desmodium intortum*, *Senna occidentalis*, ainsi que parmi les lianes vivaces *Coccinia grandis*, *Passiflora suberosa*...). De même pour les plantes buissonnantes ou ligneuses, dont l'installation dans les champs de canne à sucre est facilitée par la cessation du travail du sol peu après la plantation, et dont le rajeunissement périodique est favorisé par la coupe annuelle de la canne : les traitements au 2,4-D peuvent se révéler pas ou peu ou pas efficaces sur les recrues ligneux par exemple de *Lantana camara*, *Tephrosia purpurea*, *Leucaena leucocephala*, ou *Litsea glutinosa*. L'adjonction d'un produit compagnon avec traitements dédoublés peut offrir des solutions (par exemple avec du fluroxypyr vis-à-vis de *C. grandis*).

Trois des substances actives en jeu dans les produits nouvellement autorisés ou en cours d'homologation pour le désherbage de la canne à sucre en post-levée appartiennent comme le 2,4-D à la famille des herbicides auxiniques ou hormones de synthèse (tableau II). Le 2,4-MCPA (ou MCPA dans la nomenclature européenne et internationale) est comme le 2,4-D est un phénoxy-acétique presque aussi ancien que le 2,4-D (seconde guerre mondiale) ; le dicamba, dérivé de l'acide benzoïque, et le fluroxypyr, dérivé de l'acide picolinique comme les débroussaillants à base de triclopyr et piclorame, sont apparus dans les années 1960 (Gauvrit, 1996). L'ancienneté des molécules n'est d'ailleurs pas nécessairement un gage de prix bas pour les produits de référence, dont les formulations modernes sont le fruit d'un développement récent et dont les dossiers d'extension d'homologation pour la canne à sucre en France sont des initiatives spécifiques (Desforges, com. pers.). Par contre, les doses des auxiniques sont largement modulables en fonction du développement des plantes à traiter, des doses très faibles étant suffisantes pour des plantes très petites. Certaines caractéristiques génériques de ces molécules devraient permettre d'aider à bien positionner les produits les contenant dans les stratégies de lutte contre les lianes et les autres dicotylédones à problème, même si nous avons vu avec les herbicides de pré-levée que des considérations spécifiques interviennent sous les tropiques. Ainsi, le fluroxypyr, proche des débroussaillants, pourrait cibler principalement les plantes récalcitrantes au 2,4-D. Le dicamba, qui circule dans la plante par voie phloémique (avec la sève élaborée) comme tous les auxiniques mais aussi par voie xylémique (avec la sève brute) est indiqué sur maïs en applications fractionnées contre les liserons vivaces : pourrait-il de même apporter un avantage face aux lianes vivaces ou celles capables de rejeter après la coupe ?

Plus généralement, Gauvrit (1996) explique l'intérêt de fractionner l'application d'un herbicide auxinique contre les dicotylédones vivaces en positionnant le second traitement après le début floraison. En effet, les flux d'assimilats sont préférentiellement drainés par la partie aérienne (sève montante) avant la floraison, puis par la partie souterraine après la floraison (sève descendante). Ainsi le premier traitement précoce avant floraison affaiblit la plante, le second après floraison met à profit la migration préférentielle des assimilats et des hormones vers les racines et organes de réserve souterrains pour ainsi aller toucher les méristèmes responsables de la repousse des vivaces. La pertinence du fractionnement, recommandé par Arvalis (2010) pour le contrôle des lianes vivaces en culture de maïs en milieu tempéré, serait à évaluer dans nos conditions. Jusqu'à présent à La Réunion, nos recommandations ont insisté sur la nécessité de traiter avant la floraison (ARTAS, 2011b) alors que le constat le plus fréquent est la tardivité des interventions. Les deux options semblent donc justifiées, la solution ne résiderait-elle pas dans le développement d'un compromis intelligent sur la base d'un fractionnement valorisant la complexité des interactions entre dicotylédones et herbicides auxiniques, notamment pour les plantes vivaces ou peu sensibles ?

Gauvrit (1996) évoque en outre la voie de pénétration racinaire pour les herbicides auxiniques (tableau II) et notamment le 2,4-D : sa persistance d'action dans le sol, trop irrégulière pour une prescription en traitement de pré-levée, peut cependant atteindre 1 mois. Dans cet intervalle, il a aussi une action anti-germinative, y compris vis-à-vis des graminées, et cela pourrait expliquer la pratique de certains planteurs qui, de façon jugée *a priori* incohérente, incorporent du

2,4-D dans leur traitement de pré-levée (observations personnelles des auteurs). En effet, la sélectivité du 2,4-D appliqué en post-levée vis-à-vis des graminées tient à ce qu'avant la montaison leurs méristèmes sont protégés par les gaines et les feuilles. Cette observation est cohérente avec la recommandation du fichier Canne Progrès (ARMES, 1986) concernant la gestion des cannes destinées à servir de boutures (pépinières), dont les œilletons (bourgeons axillant les gaines des feuilles) ne doivent pas être exposés au 2,4-D.

Enfin, comme pour les herbicides de pré-levée, les complémentarités et synergies doivent être recherchées, même si dans la nouvelle gamme disponible et potentielle, plusieurs produits sont déjà des associations de deux molécules (tableau I). Par ailleurs, certains produits – telle l'association prosulfuron + dicamba – sont d'emblée proposés par les firmes porteuses comme des produits compagnons aux produits de base de la lutte anti-dicotylédones en post-levée (Desforges, com. pers.).

QUELS MELANGES D'HERBICIDES TESTER ?

Dès la création du réseau d'essais de valeur pratique, des mélanges associant deux produits élargissant les spectres d'efficacité des traitements ont été testés, dans un premier temps avec les produits à dose pleine, puis progressivement avec un des deux produits à dose réduite (jusqu'à -25% sauf pour la pendiméthaline à -40% jusqu'à sa requalification à la dose actuelle) (Marnotte et al. 2010). C'est sur ce schéma que sont bâties la plupart des recommandations actuelles pour les traitements de pré-levée (ARTAS, 2011 a), qui correspondent en moyenne à un IFT de 1,75.

A partir de 2010, et dans le contexte du plan Ecophyto '*moins et mieux utiliser les produits phytosanitaires*', des modalités plus audacieuses impliquant jusqu'à trois produits de pré-levée mélangés chacun à demi-dose (IFT = 1,5) ont été progressivement introduites, avec des résultats prometteurs mais encore trop limités en nombre, et donc encore à confirmer dans une diversité de situations (Esther, 2012 et 2013). De même en post-levée, avec l'augmentation régulière du nombre de produits anti-dicot disponibles depuis 2011 qui pourrait se poursuivre jusqu'en 2015, le nombre de modalités potentiellement intéressantes à tester devient rapidement important. Surtout si la lutte anti-dicot est abordée résolument sous forme de programme avec dédoublement du traitement et fractionnement des doses des produits en mélange, certains pouvant être communs aux deux traitements, d'autres non.

Les essais de valeur pratique pour l'acquisition de références sont réalisés selon la méthode CEB n° 74 (Marnotte, 2001) établie pour les essais d'homologation. A La Réunion, ces essais d'efficacité sont implantés chez des planteurs consentants, au terme d'une prospection à laquelle participent les techniciens du réseau. Les parcelles élémentaires couvrent deux rangs de canne écartés généralement de 1,5 m et longs de 12 m. La parcelle d'essai est restituée propre au terme de l'essai (y compris les témoins adjacents non traités et les allées passe-pieds). En régime de croisière il s'avère difficile d'implanter annuellement plus d'une quinzaine d'essais à 4 ou 6 modalités répétées 3 fois (soit des essais à respectivement 18 ou 27 parcelles élémentaires). Quelques essais à 8 modalités ont été réalisés en 2012 et 2013, mais ils représentent la limite maximale compatible avec une réalisation dans des conditions expérimentales satisfaisantes, et ce format d'essai ne pourra pas être généralisé.

Le positionnement des produits doit être optimisé dans le cadre de programmes de traitements. Les mélanges binaires, voire ternaires, potentiellement générateurs d'économies en termes d'IFT et de plus-values en efficacité herbicide en pré-levée (complémentarité et synergie) y auront probablement une place croissante, ainsi que dédoublement des traitements de post-levée avec fractionnement des doses. Dans ces conditions, on dépassera rapidement le seuil des 6 ou 8 modalités que peut recevoir un essai réseau ordinaire. Ne faudra-t-il pas alors opérer un tri préalable permettant de choisir un nombre restreint de modalités à tester dans le réseau d'essais canne à sucre tel qu'il fonctionne actuellement ? Ne conviendrait-il pas à cet effet de réfléchir à un dispositif expérimental permettant d'explorer de façon plus légère, moins contraignante, l'efficacité herbicide

d'un plus grand nombre de modalités sur des parcelles élémentaires moins larges, sans canne, le cas échéant ensemencées en graminées vivaces ou en lianes à problèmes, de façon à trier parmi ces modalités celles à inclure ensuite dans les essais d'acquisition de référence sur canne classiques ?

RISQUES MALHERBOLOGIQUES, TOXICOLOGIQUES ET ECOTOXICOLOGIQUES ?

La gamme d'herbicides et les pratiques en jeu peuvent-elles conduire à la sélection d'espèces d'adventices non sensibles à ces herbicides (sélection de flore) ou de plantes résistantes au sein d'espèces sensibles (cas de résistance)? Et faire courir des risques aux utilisateurs et à l'environnement ? Face à ces questions trop vastes pour cette communication, quelques éléments de réponse peuvent être avancés sur la base du tableau II, qui renseigne d'une part sur les modes d'action des molécules des herbicides canne avec notamment leur appartenance aux groupes HRAC (hracglobal.com) désignés par des lettres correspondant à leur cible moléculaire (l'enzyme qui est inhibée), et d'autre part sur leur classification toxicologique et écotoxicologique.

La sélection de flore opérée par les herbicides de pré-levée est une des composantes du problème lianes (Martin *et al.*, 2012). Par contre, on peut considérer que la probabilité d'occurrence de cas de résistance aux herbicides en jeu est faible. En effet, d'une part les 5 herbicides de pré-levée appartiennent à 4 groupes HRAC (K1, K3, C1, F2) peu sujets à sélectionner des herbes résistantes (Heap, 2013) et d'autre part la pratique courante de l'utilisation des produits en mélange rend plus improbable cette sélection pour les espèces sensibles aux deux produits. L'appartenance de 4 molécules, bientôt 5, au groupe HRAC « O » ne doit pas créer d'inquiétude particulière car contrairement aux autres herbicides, les auxiniques agissent sur plusieurs fronts sans inhiber une enzyme déterminée et cela rend la sélection de plantes résistantes plus improbable. En effet, en tant que phyto-hormones (de synthèse), les herbicides auxiniques agissent en désorganisant la croissance : la division et surtout l'élongation cellulaires sont dérégulées et suractivées au niveau des méristèmes, notamment des méristèmes secondaires (le cambium des dicotylédones), provoquant des déformations de feuilles et des épaississements de tiges qui compriment les vaisseaux conducteurs, cet étranglement pouvant être létal (Gauvrit, 1996). D'ailleurs, le nombre de cas de résistances avérées est faible en regard de la pression de sélection exercée depuis plus de 60 ans à travers le monde sur canne à sucre, céréales et prairies (Heap, 2013). Les lianes les plus redoutées en canne à sucre à La Réunion (Martin *et al.*, 2012) ne figurent d'ailleurs dans aucune liste de résistance, tous groupes HRAC confondus. Les molécules du groupe B, bien plus récentes que les auxiniques et nouvelles en canne à sucre, ont par contre un passif important en matière d'occurrence de résistances, mais dans notre cas elles entrent dans la composition de formulations binaires avec une molécule d'une autre famille, ce qui d'emblée réduit le risque pour les espèces sensibles aux deux molécules. Dans la pratique, le recours aux mélanges de produits au sein de programmes de désherbage incluant parfois le recours à des interventions mécaniques ou manuelles, ou aux désherbants totaux, est également de nature à diminuer ce risque. Ainsi que l'alternance des produits d'une année sur l'autre, notamment pour les produits de prélevée sur repousses. De façon plus générale, seulement 5 cas de résistance concernant 3 espèces d'adventices ont été signalés en culture de canne à sucre dans le monde (Heap, 2013).

Concernant les risques pour la santé des opérateurs : les substances actives entrant dans la composition des herbicides utilisés en culture de canne à sucre sont classées Xi irritantes (produits non corrosifs pouvant entraîner des risques de réactions inflammatoires en cas de contact avec la peau ou les muqueuses) ou Xn nocives (risques de gravité modérée en cas d'inhalation ou d'exposition prolongée) ; seul le glufosinate est classé T toxique (risques importants en cas d'inhalation ou d'exposition prolongée). Il est donc important que les utilisateurs se protègent pour ne pas s'exposer inutilement, même si hormis le cas du glufosinate, les risques sont modérés.

Concernant les risques pour l'environnement : hormis le dicamba, le 2,4-MCPA et le glufosinate, les molécules des herbicides canne et le glyphosate sont classées N (dangereuses), en l'occurrence potentiellement très toxiques pour les organismes aquatiques, pouvant entraîner des effets néfastes

à long terme pour l'environnement aquatique (phrase de risque R50/53). Il est donc important que les herbicides ne parviennent pas dans les eaux souterraines (captages) ou de surface (ravines, rivières et lagons), notamment les molécules classées N car ces risques existent (Martin *et al.*, 2013 c). Ces risques sont liés d'une part aux quantités épandues et d'autre part aux caractéristiques intrinsèques des produits croisées avec leurs conditions d'utilisation (Vélu *et al.*, à soumettre).

L'effort de formation en cours sur l'utilisation des produits phytosanitaires conduit dans le cadre du plan ecophyto devrait toucher la totalité des utilisateurs réunionnais d'ici 2015. Ils seront alors titulaires du certificat Certiphyto, qui leur sera exigé à l'achat de produits phytosanitaires. Cette formation devrait surtout leur permettre de progresser significativement dans l'adoption des bonnes pratiques agricoles et phytosanitaires, et d'ainsi réduire à la fois les risques malherbologiques, sanitaires et environnementaux liés à l'utilisation des herbicides sur canne à sucre.

LES TECHNIQUES D'APPLICATION

Face au formidable chassé-croisé d'herbicides ayant marqué la dernière décennie, les techniques d'application sont restées bien plus stables. Il convient cependant de signaler une certaine évolution, encore modeste, avec l'apparition de quelques tracteurs hauts de garde et de pulvérisateurs enjambeurs commerciaux ou montés sur rogneuses à maïs pour la réalisation de traitements de post-levée à des stades plus avancés de la croissance de la canne. Ceux-ci sont rendus nécessaires notamment pour lutter contre les lianes, car même des levées tardives survenant au moment où le couvert de la canne commence à fermer au 3^{ème} ou 4^{ème} mois après la plantation ou la coupe peuvent générer de graves nuisances (Martin *et al.*, 2012). Par ailleurs, au moins deux appareils permettant de plaquer les herbes au sol dans les interlignes pour y appliquer du glyphosate pur ou très concentré sur les herbes plaquées au sol ont fait leur apparition (par exemple pour dévitaliser des tapis de chiendent fil de fer *Cynodon dactylon*). En attendant l'avènement dans un futur plus ou moins proche de robots agricoles, déjà en activité dans d'autres contextes et dont un prototype est expérimentation à La Réunion, pour faire du désherbage non chimique et de l'herbicidage de précision en circulant entre les rangs de canne.

Cependant, beaucoup de planteurs réunionnais continuent d'appliquer les nouveaux produits selon des pratiques fondées sur d'anciennes bases périmées, mais devenues traditionnelles par inertie. Ainsi le 'cocktail mauricien' évoqué en introduction s'utilisait à très forte dose et deux des trois produits le composant (le TCA et le chlorate de soude) devaient être bien dilués : aussi ce mélange fut-il prescrit à fort volume de bouillie, soit 1 fût de 200 litres pour 100 gaulettes (2500 m²), ce qui représentait la tâche journalière assignée aux ouvriers agricoles qui, de leur côté, cherchaient en s'en acquitter au plus vite en s'ingéniant à agrandir ou faire agrandir l'orifice des différents modèles de buse. On peut y voir l'origine de la pratique persistante jusqu'à nos jours de vouloir bien 'mouiller' les herbes en traitant à 600 à 800 litres de bouillie par hectare, parfois davantage, y compris pour les traitements de pré-levée. Cette pratique est involontairement soutenue par les fabricants de matériel agricole qui livrent aux importateurs insulaires des pulvérisateurs équipés par défaut des buses les moins chères, soit celles à plus fort débit. Les planteurs devraient s'équiper de jeux de buses appropriés, quitte à changer de buses selon les traitements. L'avènement des traitements dirigés entre les lignes (pour l'Elumis) fournit une excellente opportunité pour engager une action dans la voie de l'adéquation des techniques d'application aux types de traitements. Un autre exemple en est fourni lors de la préparation des parcelles avant plantation par les applications de glyphosate en plein : leur efficacité serait considérablement augmentée en traitant à plus bas volume, voire à bas volume (Gauvrit, 1996). Les compétences des techniciens en machinisme de la Chambre d'agriculture de La Réunion seront fort utiles pour progresser dans ce domaine et promouvoir, dans le cadre réseau herbicides, un saut qualitatif avec des gains d'efficacité qui permettront de faire baisser les IFT.

CONCLUSION

La gamme des herbicides canne à sucre, drastiquement réduite en 2003 (Dijoux *et al.*, 2004), compte à présent une dizaine de produits de référence, et pourrait en compter une douzaine à court terme. L'optimisation de leur utilisation passe par une connaissance approfondie des substances actives et de multiples possibilités d'utilisation de produits en mélange avec réduction de dose, démarche déjà initiée notamment pour les traitements de pré-levée et le 2,4-D (Marnotte *et al.*, 2010), ainsi que – voie encore à explorer – par le dédoublement des traitements de post-levée, notamment contre les lianes vivaces, avec fractionnement des doses et produits en mélange. Les besoins en matière d'acquisition de références de valeur pratique s'en trouvent démultipliés, ce qui représente un vrai défi pour l'expérimentation dans le cadre du réseau herbicide canne réunionnais. L'optimisation de l'utilisation des herbicides en canne à sucre passera aussi par l'amélioration des techniques d'application à adapter aux types de traitements et par la généralisation des bonnes pratiques agricoles, source de gain d'efficacité et de réduction des risques malherbologiques, sanitaires et environnementaux. Les acteurs de la filière canne à sucre de La Réunion ont déjà fait preuve d'un beau dynamisme pour surmonter la drastique vague de retraits d'herbicides de la dernière décennie (Marnotte *et al.*, 2010 ; Martin *et al.*, 2013 b), nul doute qu'à la faveur des efforts de formation en cours ils sauront continuer à optimiser l'utilisation de la gamme actuelle, toujours sujette à évolution par retraits, incorporations et requalifications. D'autant qu'ils sont confortés à distance par leurs confrères canniens de la Guadeloupe et de la Martinique, et réciproquement (Grossard *et al.*, 2012).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ARMES, 1986 - Canne Progrès La Réunion. Fiches techniques. *Opération de vulgarisation agricole de l'Association Réunionnaise pour la modernisation de l'Economie Sucrière* (ed). 631 fiches.
- ARTAS, 2011 a - Le désherbage de mes cannes en pré-levée. *Fiches Canne Progrès La Réunion, Janvier 2011*.
- ARTAS, 2011 b - Le désherbage de mes cannes en post-levée. *Fiches Canne Progrès La Réunion, Janvier 2011*.
- ARVALIS, 2010 – Herbicides maïs grain et fourrage, maïs doux, sorgho, millet et pomme de terre. ARVALIS - Institut du végétal, 163 pp.
- Azania C.A.M., Rolim J.C. and Azania A.A.deP.M., 2010 - Plantas daninhas. In : Cana de açúcar. Dinardo-Miranda, L.L., Machado de Vasconcelos, A.C., Landell, M. G.deA. (eds.), IAC, Campinas (BR).
- Boyer de la Giroday E., 1977 – Introduction. In : *Les principales adventices de la canne à La Réunion*. CERF (Centre d'Etude, de Recherche et de Formation) - Syndicat des fabricants de sucre, Saint-Denis, La Réunion, France. 81 p.
- BSES, 2010 - Weed Management Manual. *BSES 2010 edition of the Herbicide Manual published in 2000*. BSES Sugarcane for the future, Queensland Government, Aus. 88 pp.
- Chabalier M., Marion D., Arhiman E., Lambert A., Esther J.-J., Martin J., Chiroleu F., 2012 - *Essais de désherbage d'une repousse de canne à sucre après une coupe manuelle à La Réunion* -. In : *Congrès sucrier ARTAS-AFCAS à La Réunion, Maurice, 15 au 19 septembre 2012* . s.l. : s.n., 10 p. <http://www.canne-progres.com/publications/pdf/congres/AG123.pdf>
- Christoffoleti P.J., Lopez Ovejero R. F., Nicolai M., Carvalho S. J. P., 2004 - Manejo de Plantas Daninhas na Cultura da Cana-de-açúcar : Novas Moléculas Herbicidas. In : *II Simpósio de Tecnologia de Produção de Cana-de-Açúcar*. ESALQ, Piracicaba, SP, Brasil. [http://www.ipni.net/ppiweb/pbrazil.nsf/\\$webindex/article=AFDE3AA0032570D80045531715F0941F](http://www.ipni.net/ppiweb/pbrazil.nsf/$webindex/article=AFDE3AA0032570D80045531715F0941F)
- Côte F.-X., Chabrier C., Domergue R., Fouré, E., Fournier P., Galan M.-B., Laplace D., Marnotte P., Pavis C., Simon S., Vannièrre H., 2011 - Pesticides DOM : Inventaire des dispositifs expérimentaux. *Cirad, Inra, DAAF Guyane, Ministère de l'Agriculture et Onema eds.*, Montpellier, France, 283p.

Dijoux L., Jeuffrault E. et Marnotte P., 2004 - Course contre la montre pour l'homologation de spécialités herbicides de la canne à sucre dans les DOM. Enjeu de santé publique et de protection de l'environnement. 19e conférence du Columa. Journées internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes. Dijon (France) – 8, 9 et 10 décembre 2004. [cédérom]. AFPP Paris.

Esther J.-J. 2012 et 2013. Rapports d'essais d'efficacité de pré-levée. Réseau herbicides CAS Réunion. eRcane, CIRAD, TEREOS, COROI. Diffusion locale.

Gauvrit, C., 1996 - *Efficacité et sélectivité des herbicides*. Du labo au terrain, INRA, 158p.

Grossard F. et Jean-Baptiste I., 2012 – Homologation de nouveaux produits phytosanitaires : une unité d'expérimentation aux services des filières aux CTCS de Martinique et de Guadeloupe. CTCS Guadeloupe, CTCS Martinique. <http://www.canne-progres.com/publications/pdf/congres/AG114.pdf>

Grossard F., Jean-Baptiste I., Marion D., 2012 – La gestion alternative du désherbage de la canne à sucre abordée dans le cadre d'un Réseau Canne à sucre inter-domien (ReCasDom), Guadeloupe, Martinique, Réunion. <http://www.canne-progres.com/publications/pdf/congres/AG303.pdf>

Heap, I. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Online. Internet. Sunday, June 23, 2013 . Available www.weedscience.org (consulté le 28 juin 2013).

HRAC, 2013. Classification of Herbicides According to Site of Action. *Herbicide Resistance Action Committee*. <http://www.hracglobal.com/Publications/ClassificationofHerbicideSiteofAction.aspx>

Lebreton, G., Le Bourgeois, T. et Marnotte, P., 2009 - Effet de l'époque de coupe sur la dynamique de développement de l'enherbement de la canne à sucre à La Réunion. XIII^e Coll. Internat. sur la biologie des mauvaises herbes, Dijon, France, 8, 9 et 10 septembre 2009, AFPP : 153-162.

Marnotte P., 2001 - Méthode d'essai d'efficacité pratique des herbicides destinés au désherbage de la canne à sucre. Méthode N° 74, 1ère édition : 1979, Révision : avril 2001. In : AFPP-CEB. Liste des méthodes publiées par la commission des essais biologiques. Septembre 2012. [PDF] <http://www.afpp.net/apps/accesbase/bindocload.asp?d=5290&t=0&identobj=ftvIBbZt&..>

Marnotte P., Esther J.-J. et Martin J., 2010 - Un réseau d'essais sur le désherbage de la canne à sucre à La Réunion. In : *21e Conférence Internationale du Columa Comité de Lutte contre les Mauvaises Herbes, Dijon, France, 8 et 9 décembre 2010 [cédérom]*. Paris, France, AFPP.

Martin J., Le Bourgeois T., Lebreton G., Marnotte P., Esther J.-J., Chabalière M., Valéry A., Lépinay E. , 2012 - Pourquoi tant de lianes ? Le cas de la canne à sucre à La Réunion. In : *Congrès sucrier ARTAS-AFCAS à La Réunion, Maurice, 15 au 19 septembre 2012* . s.l. : s.n., 10 p. <http://www.canne-progres.com/publications/pdf/congres/AG120.pdf>

Martin J., Maillary L., Thomas P., Gossard C., 2013 a – L'IFT herbicides canne à sucre à La Réunion : premières estimations. In : cette conférence.

Martin J., Grossard F., Marnotte P., Grolleau O., Esther J.-J., 2013 b – Le chassé-croisé des retraits-homologations d'herbicides canne à sucre à La Réunion : premières estimations. In : cette conférence.

Martin J., Petit V., Aunay B., Lucas C., Maillary L., 2013 c – Canne à sucre, herbicides et pollution des eaux à La Réunion : bilan et perspectives au terme d'une première décennie de suivi. In : cette conférence.

Vélu A., Le Bellec F., Fournier P., Hardy C., Michels T., 2013. How to help farmers to decrease herbicide environmental impacts. *Ecological Indicators*, à soumettre 10/2013